

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-314363

(43)Date of publication of application : 16.11.1999

(51)Int.CI. B41J 2/045  
B41J 2/055  
B41J 2/16

(21)Application number : 10-123694

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 06.05.1998

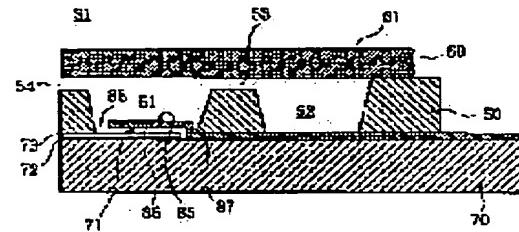
(72)Inventor : FUJII YASUHISA

## (54) INK JET RECORDER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To drive by a relatively low voltage even when a gap between electrodes is broadened.

**SOLUTION:** In the ink jet recorder of the type for flying an ink supplied into an ink channel 51 from a nozzle 54 by deforming a diaphragm by an electrostatic force by applying a voltage between opposed electrodes 72 and 86, a gap 71 between the opposed electrodes communicates with the channel 51 via a gap 88, and the ink can be invaded into at least a part of the gap between the opposed electrodes.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-314363

(43)公開日 平成11年(1999)11月16日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

B 4 1 J 2/045  
2/055  
2/16

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A

1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平10-123694

(22)出願日 平成10年(1998)5月6日

(71)出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号  
大阪国際ビル

(72)発明者 藤井 泰久

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪  
国際ビル ミノルタ株式会社内

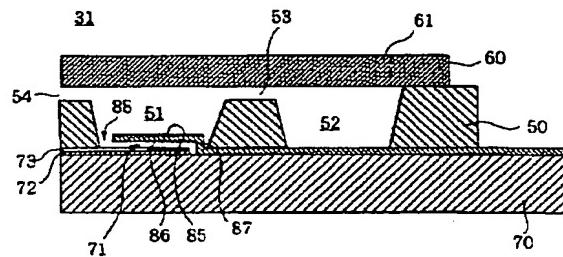
(74)代理人 弁理士 八田 幹雄 (外3名)

(54)【発明の名称】 インクジェット記録装置

(57)【要約】

【課題】 電極間ギャップを広くしても比較的低電圧で駆動可能なインクジェット記録装置を提供する。

【解決手段】 対向電極72、86間に電圧を印加し静電気力で振動板55を変形させて、インク流路51内部に供給されたインクをノズル54から飛翔させる方式のインクジェット記録装置において、前記対向電極間のギャップ71が、間隙88により前記インク流路と連通され、前記対向電極間のギャップの少なくとも一部にインクが侵入可能とする。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ノズルと、前記ノズルに連通するインク流路と、前記インク流路の壁面の一部に設けられた振動板部と、前記振動板における前記インク流路の内面となる面とは反対側の面に対して所定の離間空間において配置された対向壁面部と、前記振動板部および前記対向壁面部にそれぞれ設けられた互いに対向する電極とを有し、前記対向電極間に電圧を印加し静電気力で前記振動板を変形させて、インク流路内部に供給されたインクを前記ノズルから飛翔させる方式のインクジェット記録装置において、  
前記振動板部と前記対向壁面部との間に設けられた前記離間空間が、前記インク流路と連通され、前記対向電極間のギャップの少なくとも一部にインクが侵入可能とされていることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項2】前記振動板部は、一辺方向のみにおいて前記インク流路の隣接する内面と連続し他辺方向においては間隙をもって不連続とされてなる片もち梁構造、または、相対峙する二辺方向において前記インク流路の隣接する内面と連続し残りの二辺方向においては間隙をもって不連続とされてなる両もち梁構造とされていることを特徴とする請求項1に記載のインクジェット記録装置。

【請求項3】前記離間空間は、前記対向壁面部上に犠牲層を形成し、その上部に前記振動板部を形成する層を形成した後に、前記犠牲層をエッチング除去することで形成されたものであることを特徴とする請求項1または2に記載のインクジェット記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、静電気力で振動板を変形させてインクを飛翔させる方式のインクジェットヘッド記録装置に係り、特に、対向電極間ギャップを広くしても比較的低電圧で駆動可能なインクジェット記録装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】インクジェット記録装置は、記録時の騒音が極めて小さいこと、高速印字が可能であること、インクの自由度が高く安価な普通紙を使用できることなど多くの利点を有する。この中でも記録の必要な時にのみインク液滴を吐出する、いわゆるインク・オン・デマンド方式が、記録に不要なインク液滴の回収を必要としないため、現在主流となってきてきている。このインク・オン・デマンド方式のインクジェットヘッドには、特公平2-51734号公報に示されるように、駆動手段が圧電素子であるものや、特公昭61-59911号公報に示されるように、インクを加熱し気泡を発生させることによる圧力でインクを吐出させる方法などがある。しかしながら、前者の圧電素子を用いる方式においては、インク室に圧電素子のチップを取り付ける作業（接着、

10

2

位置合わせ等）が難しく、また高密度化に伴い圧電素子の発生力が小さくなるという欠点があった。

【0003】また、後者のインクを加熱する方式においては、駆動手段が薄膜の抵抗加熱体により形成されるため、圧電素子を駆動源とする方式における問題は生じないが、駆動手段の急速な加熱・冷却の繰り返しや気泡消滅時の衝撃により、抵抗加熱体がダメージを受けるため、インクジェットヘッドの寿命が短いという欠点があった。さらに、駆動手段に静電気力を利用したインクジェット記録装置（以下、「静電型インクジェット記録装置」と呼ぶ。）も提唱されている（例えば、特開平7-214769号公報）。この静電型インクジェット記録装置においては、インクジェットヘッドを半導体の製造工程と同様の工程で製造することができ、また、小形化が容易であるなどの特徴を有する。

【0004】静電型インクジェット記録装置は、静電気力で振動板を変形させてインクを飛翔させるために、振動板と基板の間に狭いギャップを設け、この振動板と基板との対向する面にそれぞれ設けられた対向電極間に電圧を印加するというものである。

【0005】図1は、静電型インクジェット記録装置のインクジェットヘッドの従来例における構造を示す断面図である。

【0006】この従来例のインクジェットヘッド131は、図示側面側に設けられているノズル154、ノズル154からインクを吐出させるためにその内圧を可変する振動板155を備えた加圧室151、加圧室151へインクを供給するためにインクを蓄えておく共通インク室152、共通インク室152内のインクを加圧室15

30 1へ導くインレット153、および振動板155に設けられた第1電極である共通電極156と対向する位置に空間171により隔てられた第2電極である駆動電極172を有している。なお、図中、符号150は所望形状のインク流路を形成するためのチャネルプレート、60はインク流路の上部壁面を形成するカバープレート、70は振動板下方に空間および駆動電極を設けるための下部基板をそれぞれ示すものである。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平7-214769号公報などに開示されるような従来の静電型インクジェット記録装置のインクジェットヘッドにおいては、対向電極間のギャップは、図1に示すように独立した密閉系の空間171とされていた。

【0008】このように電極間ギャップが空隙部であるため、ギャップ間の誘電率が高く、従来構成のものにおいては、インクを飛翔させるためには、①広いギャップ間隔を採択する代わりに高電圧（例えば、200～300V）で駆動するか、②低電圧で駆動可能とするために比較的狭いギャップ間隔（例えば、0.3μm）を全域にわたり正確に形成するかのいずれかを採択する必要が

40

50

あった。

【0009】ところが①は駆動回路の問題から実質上このような高電圧を使用することは困難であり、一方、②は(a)非常に精度の高い加工が必要となり、または(b)あまりにギャップ間隔を狭くしすぎると駆動時に電極同士が当接してしまうおそれがあるので電極保護膜などを設ける必要性が生じ、さらに(c)振動板の変位によってギャップ間隔が大幅に縮まると、電界強度がだんだん高まって振動板が加速的に引き寄せられ、激しく基板にぶつかるおそれ生じ、ヘッドの耐用期間が減じられるなどといった問題があつて、いずれも大きな課題となってしまう。

【0010】従つて、本発明は、上記問題点に鑑み、本発明は改良された静電型インクジェット記録装置を提供することを課題とするものである。本発明はまた、電極間ギャップを広くしても比較的低電圧で駆動可能なインクジェット記録装置を提供することを課題とする。本発明はさらに、製造過程において、電極間ギャップを精度よく形成することができるインクジェット記録装置を提供することを課題とする。

#### 【0011】

【解決を解決するための手段】上記課題を解決する本発明は、以下に示すような特徴を有する。

【0012】(1) ノズルと、前記ノズルに連通するインク流路と、前記インク流路の壁面の一部に設けられた振動板部と、前記振動板における前記インク流路の内面となる面とは反対側の面に対して所定の離間空間をおいて配置された対向壁面部と、前記振動板部および前記対向壁面部にそれぞれ設けられた互いに対向する電極と対向壁面部に電圧を印加し静電気力で前記を有し、前記対向電極間に電圧を印加し静電気力で前記振動板を変形させて、インク流路内部に供給されたイン

$$P = 1 / 2 \cdot \epsilon_r \epsilon_0 \{ V / (d - \delta) \}^2 \dots (1)$$

ここで、P：圧力、 $\epsilon_r$ ：比誘電率、 $\epsilon_0$ ：真空の誘電率 ( $= 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ )、V：電圧、d：電極間ギャップ、 $\delta$ ：基準位置からの変位量である。

【0018】この式からわかるように、インクの比誘電率は約60、空気の比誘電率は1であることより、所定圧力を得るための電圧値は約1/7.7倍と、低電圧での駆動が可能になる。また、逆に同じ印加電圧ならギャップ間隔を7.7倍に広げることができる。

【0019】また本発明においては、電極間ギャップはインク流路に連通している構造とされ、振動板が変形しやすいうようにされている。これはギャップが密閉系では、ギャップ間にインクがあることにより振動板の変位が阻害されるためである。従つて、ギャップ間隔が広がっても振動板の変位量、変形後の弾性力の低下の虞れがない。

【0020】このようなインク流路と電極間ギャップとの連通を図るために、連通孔ないしはスリット等が設けられていれば良いが、振動板が片もち梁または両もち

クを前記ノズルから飛翔させる方式のインクジェット記録装置において、前記振動板部と前記対向壁面との間に設けられた前記離間空間が、前記インク流路と連通され、前記対向電極間のギャップの少なくとも一部にインクが侵入可能とされていることを特徴とするインクジェット記録装置。

【0013】(2) 前記振動板部は、一辺方向のみにおいて前記インク流路の隣接する内面と連続し他辺方向においては隙間をもつて不連続とされてなる片もち梁構造、または、相対峙する二辺方向において前記インク流路の隣接する内面と連続し残りの二辺方向においては隙間をもつて不連続とされてなる両もち梁構造とされることを特徴とする上記(1)に記載のインクジェット記録装置。

【0014】(3) 前記離間空間は、前記対向壁面部上に犠牲層を形成し、その上部に前記振動板部を形成する層を形成した後に、前記犠牲層をエッチング除去することで形成されたものであることを特徴とする上記(1)または(2)に記載のインクジェット記録装置。

#### 【0015】

【作用】本発明のインクジェット記録装置においては、上記したように電極間のギャップに、インク流路よりインクが侵入できるような構造とされており、インク充填により、電極間のギャップに何も充填しない場合(空気充填)と比べて、同じ電極間ギャップであっても電界強度を大幅に向上できる。

【0016】以下に振動板を変形させる圧力の式(式(1))を記す。

#### 【0017】

#### 【数1】

梁構造とされていると、振動板の変位が良好となり、またインクの流通も良好なものとなる。

【0021】また、電極間ギャップを形成するために、ギャップ(離間空間)となる部分に予め犠牲層を形成しておき、その上部に前記振動板部となる層を重ねて形成した後に、前記犠牲層をエッチング除去することで、電極間ギャップを形成すれば、間隔が非常に狭くとも、高精度にバラツキなくギャップを形成でき、振動板の変位量に関する個々のヘッド内、および複数のヘッド間におけるバラツキがなくなり、信頼性が向上する。

#### 【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施形態を例示することによって具体的に説明する。

【0023】上記したように本発明のインクジェット記録装置は、ノズルと、前記ノズルに連通するインク流路と、前記インク流路の壁面の一部に設けられた振動板部と、前記振動板における前記インク流路の内面となる面と、前記振動板における前記インク流路の離間空間において配置さ

れた対向壁面部と、前記振動板部および前記対向壁面部にそれぞれ設けられた互いに対向する電極とを有し、前記対向電極間に電圧を印加し静電気力で前記振動板を変形させて、インク流路内部に供給されたインクを前記ノズルから飛翔させる静電型インクジェット記録装置であって、比較的広い電極間ギャップで低電圧駆動できるような構成としたものである。

【0024】図2は、本発明に係るインクジェット記録装置のインクジェットヘッドの一実施形態における構造を示す垂直断面図である。この実施形態においては、振動板の部位にインク流路と電極間ギャップとなる空間との連通が図れるようにされている以外は、図1に示した従来例構造のものとほぼ同様に、インクジェットヘッド31は、図示側面側に設けられているノズル54、ノズル54からインクを吐出させるためにその内圧を可変する振動板85を備えた加圧室51、加圧室51へインクを供給するためにインクを蓄えておく共通インク室52、共通インク室52内のインクを加圧室51へ導くインレット53、および振動板85に設けられた第1電極である共通電極86と対向する位置に空間71により隔てられた第2電極である駆動電極72を有している。なお、図中、符号50は所望形状のインク流路を形成するためのチャネルプレート、符号60はインク流路の上部壁面を形成するカバープレートであり、符号61はカバープレートを貫通して設けられた共通インク供給口であり、また符号70は下部基板である。この実施形態において、前記対向壁面部は、符号70で示される下部基板の図示上面部である。

【0025】また、図3は、同実施形態のチャネルプレートにおける水平断面図である。図3に図示するように、同実施形態において、前記インク流路は、カバープレートに開口された共通インク供給口(図2の符号61)に連通する共通インク供給流路57から、共通インク室52へと至り、さらにこれより複数のインレット53によって分岐して複数の加圧室51に至り、最終的に複数のノズル54へとつながるよう構成されている。

【0026】本発明を詳細に説明するにあたって、まずこの方式の駆動原理について説明する。この方式においては、対向電極86、72間に電圧を印加することにより、静電気力によって振動板85が対向壁面部(下部基板70)方向に引き付けられる。このとき、インクは共通インク室から加圧室内に引き込まれる。次に、対向電圧間に印加した電圧を急激に除去することにより、振動板がそれ自身の剛性による復元力によって加圧室の容積を急峻に収縮させて、インクをノズル54から飛翔せるものである。

【0027】このとき、インクを正常に吐出せるには、「振動板の変位体積」および「振動板の復元圧力」の2つが共に所定の値を満足する必要がある。

【0028】ここで、「変位体積」については飛翔させ

るインク液滴の体積によって設定すべき項目である。一方、「復元圧力」は、インクを加速するに必要な圧力以上に設定する必要がある。この値は、例えば、現在最も一般的な、水系インクでドット径数十 $\mu\text{m}$ の印字を行う場合、およそ0.3(MPa)程度になる。この圧力は、振動板の材質や厚みなどにかかわらず、電界強度によって、前記した式(1)によって決まる。

【0029】ところで、図1に示す従来例のように電極間ギャップが空隙である場合、ギャップ間の誘電率は、真空の誘電率とほぼ等しくなる。従って、式(1)で発生圧力:Pを0.3(MPa)以上にするには、電界強度: $(V/(d-\delta)) \geq 260 (V/\mu\text{m})$ 以上である必要がある。そこで仮に電源電圧を50Vで駆動しようとすると、変形後のギャップ間隔を0.2( $\mu\text{m}$ )以下にする必要が生じるので非常に高度な加工が必要となってくる。

【0030】そこで本発明のインクジェット記録装置においては、低電圧で駆動するために電極間ギャップにインクを侵入させる構造としたものである。

【0031】インクジェットインクの比誘電率 $\epsilon_r$ は、代表的には、例えば、 $\epsilon_r = 60$ であるので、前記式(1)より必要な電界強度はこの平方根分の1に相当する33.6(V/ $\mu\text{m}$ )で良い。従って、電源電圧を50Vで駆動する場合、変形後のギャップ間隔を1.5( $\mu\text{m}$ )程度とすれば良く、加工は容易である。一方、変形後のギャップ間隔が0.2( $\mu\text{m}$ )の場合、駆動電圧は6.5(V)で良くなる。

【0032】図2および3に示す実施形態においては、振動板85は、後述するように下部基板上に犠牲層を形成し、その上部に前記振動板部を形成する層を形成した後に、前記犠牲層をエッチング除去することで形成されたものであり、加圧室51の共通インク室側に位置する一辺のみにおいて柱状部位87により下部基板70側に支持され下部基板上面とは離間された矩形の水平膜状物であって、この矩形の水平膜状物の外輪郭は、チャネルプレート50の孔路における加圧室部の内輪郭よりも小さいものであるから、下部基板70とチャネルプレート50とを接合した図2に示す状態において、当該矩形の水平膜状物の残りの三辺部は、隣接するインク流路内面となるチャネルプレート50の孔路内面とは接しない。結局のところ、加圧室部の底面を構成する振動板85は、一辺方向のみにおいて前記インク流路の隣接する内面と連続し、他の三辺方向においてはスリット状の間隙88をもって不連続とされてなる片もち梁構造を呈している。

【0033】そして、この間隙88によって、空間71(電極間ギャップ)は、インク流路と連通し、インクが侵入可能な構造となっている。

【0034】しかしながら、本発明において、インク流路と電極間ギャップとの連通は、電極間ギャップにイン

クが侵入（充填）でき、かつ振動板変形時のギャップ内の圧力が逃げ得るという条件が満たされる限り、その形態は特に限定されるものではなく、図2および図3に示す実施形態におけるように、振動板を片もち梁構造とする構成以外にも、振動板を両もち梁構造として同様のスリット状間隙を形成して連通させる、振動板の適当な部位に貫通孔を設ける、あるいは図4に示す別の実施形態におけるような構成などを採り得る。

【0035】この図4に示す本発明に係るインクジェット記録装置の別の実施形態においては、チャネルプレート50内に設けられたインク流路形成のための図示上下方向に貫通する孔部の図示下方側の開口端を完全に塞ぐものとして、振動板85（および共通電極86）が接合されている。一方、チャネルプレート50の図示上下方向の中間部に、この振動板55の面と並行する孔部中心側に突出するような壁面部58が設けられている。なおこの壁面部58は、チャネルプレート50の図示上下方向に貫通する孔路を完全に塞ぐものではなく、壁面部58の中央には図示上下方向の連通を図るために開口が残されている。そして、この壁面部58を振動板85（および共通電極86）に対する前記対向壁面部として、この図示下面側に駆動電極59を形成している。このように、図4に示す実施形態においては、振動板はその全周にわたりインク流路の隣接内面と液密に連続させる代わりに、振動板に対する対向壁面部をインク流路内部側にインク流路の液流通性を完全に阻害しない状態で配し、インク流路と電極間ギャップとの連通性図っている。

【0036】次に、本発明に係るインクジェット記録装置の製造方法について説明する。

【0037】本発明に係るインクジェット記録装置は、いわゆる半導体装置製造プロセスやマイクロマシン製造プロセスなどを利用して製造することができ、その方法は様々であるが、ここでは、その一例について説明する。なお、本発明は以下で例示するような製造方法に何ら限定されるものではない。

【0038】図5～6は、図2および3に示した本発明に係るインクジェットヘッドの一実施形態に使用される基板の加工工程を示す図面である。

【0039】図2および3に示した実施形態のインクジェットヘッド31は3つの基板から作製される。上記に説明した図3を参照すれば、加压室51、共通インク室52、インレット53およびノズル54の主として側壁部を形成するチャネルプレート50と、このチャネルプレート50の図示上側を覆う天板60と、駆動電極72、およびその上部に犠牲層エッチングにより形成される所定の空間71をもって離間して振動板85ないし共通電極86を形成するための下部基板70とからなる。

【0040】まず、図5（a）に示すように下部基板70としては、シリコンウェハーが用いられ、このシリコンウェハー上部に、スパッタ法、蒸着法、スクリーン印

刷法、CVD法等によって、例えば、ITO、Au、CuAu、Pt、Al、Mo等からなる駆動電極72形成のための電極膜を形成する。なお、電極膜の膜厚は、特に限定されるものではないが、例えば、0.1～2μm程度とされる。なお、この実施形態においてはCrAu膜をスパッタ法により2μmの膜厚に成膜させた。

【0041】次いで、図6（b）に示すように電極膜上全面に保護膜73を製膜する。保護膜73の形成は、上記と同様に、例えば、スパッタ法、蒸着法、スクリーン印刷法、CVD法等によって、SiO<sub>2</sub>、Si<sub>2</sub>N<sub>4</sub>、SiC、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>およびAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の材質を用いて行われる。これ以外の方法、例えばコーティング法等などによって前記以外の材質、例えば各種樹脂等によって保護膜を形成することも可能であるが、均質でかつ精度良く保護膜を形成する上からは、前記した方法および材質を選択することが望ましい。また、保護膜の膜厚は、特に限定されるものではないが、例えば、0.1～2μm程度のものであることが望ましい。膜厚がこれよりも極端薄いものであると、駆動電極を全面にわたり均一に被覆できない虞れがあり、一方、極端に厚いものであると、デバイスの小型化が困難となると共に、インクジェットヘッドの駆動電圧が高くなる虞れがある。

【0042】なお、この実施形態においてはSi<sub>2</sub>N<sub>4</sub>膜をLPCVD法により0.175μmの膜厚に成膜させた。

【0043】次いで、例えば、フォトレジストを用いた適当なエッチング法によって所望形状にパターニングして、駆動電極72およびその上部を覆う保護膜73を形成する。例えば、この実施形態においては、前記Si<sub>2</sub>N<sub>4</sub>膜上部にスピンドルコーターを用いてレジストを塗布後、アライナーによってレジストの所定部分のみを露光し、現像して所望パターン化し、このレジストをマスクとしてまず、RIEによるSi<sub>2</sub>N<sub>4</sub>膜エッチング、さらに硝酸セリウムアンモノをエッチング液とするCrAu膜エッチングを行い、最後にレジストを剥離して、図5（c）に示すようなパターンの駆動電極72およびその上部を覆う保護膜73を形成した。

【0044】次いで、図5（d）に示すように、基板全面に犠牲層74を成膜する。犠牲層は、後述する振動板85ないし共通電極86を形成するための構造材、および犠牲層エッチングに使用されるエッチング液の組合せで、犠牲層エッチングにおいて犠牲層のみを選択的に除去でき、当該犠牲層が除去された部位に所望の空間71（電極間ギャップ）を形成できる限りにおいて、特に限定されるものではなく、例えば、次の表に示されるような組合せが例示できる。

【0045】

【表1】

犠牲層	$\text{SiC}_x$	Al	Ti	ポリイミド
構造材	多結晶Si	ポリイミド	Ni	Si
エッティング液	HF	KOH	Tiエッティング液	酸素アラジウムエッティング液

【0046】なお犠牲層74の形成は、例えば、スパッタ法、蒸着法、スクリーン印刷法、CVD法等、スピンドルコーティング法などによって行われ得る。また、犠牲層74は、その下部に形成された保護膜73とは、異なる材質とすることが望ましい。

【0047】また、犠牲層74の膜厚は、後の犠牲層エッチングによるこの膜の除去によって形成される空間71の距離、すなわち、電極間ギャップを決定するものであるから、必要とされる振動板の変位体積、振動板の復元圧力、使用しようとする駆動電圧等に応じて、適正なものとする必要があり、例えば、0.1~5μm程度、好ましくはより低い駆動電圧で駆動することができるよう、0.1~2μm程度とすることが望ましい。

【0048】なお、この実施形態においては、犠牲層74として $\text{SiO}_2$ 膜をLPCVD法により0.5μmの膜厚に成膜させた。

【0049】次いで、例えば、フォトレジストを用いた適当なエッティング法によって犠牲層74を、図5(e)に示すように駆動電極72の一部のみを覆う所望形状にパターニングする。例えば、この実施形態においては、前記 $\text{SiO}_2$ 膜上部にスピンドルコーティングを用いてレジストを塗布後、アライナーによってレジストの所定部分のみを露光し、現像して所望パターン化し、このレジストをマスクとして、RIEによる $\text{SiO}_2$ 膜エッティングを行い、最後にレジストを剥離した。

【0050】次いで、形成した犠牲層74に対し、上記したような適当な組合せとなる材質による構造材膜80を、図5(f)に示すように、基板上全面に成膜する。この構造材膜80の膜厚としては、特に限定されるものではないが、例えば、0.5~50μm程度、好ましくは、1~30μm程度とすることが望ましい。

【0051】なお、この実施形態においては、構造材膜80としてボロンドープ多結晶シリコン膜をエピタキシャル装置を用いて、3μmの膜厚に成長させた。

【0052】次いで、例えば、フォトレジストを用いた適当なエッティング法によって構造材膜80、図5(g)に示すように所望形状にパターニングし振動板85(共に電極86)を形成する。

【0053】最後に、犠牲層エッティングを上記したような適当な組合せとなるエッティング剤を用いて実施して犠牲層74のみを除去し、図5(h)に示すように、犠牲層74が取り除かれた部位に所望の空間71(電極間ギャップ)を形成する。

【0054】なお、この実施形態においては、エッティング剤としてフッ酸を用い、犠牲層74としての $\text{SiO}_2$ ボロンドープ多結晶シリコン膜を選択的に除去した。

【0055】次に、チャネルプレート50の形成について説明する。

【0056】チャネルプレート50の形成には、図6(a)に図示するように予め50~500μm程度、例えばこの実施形態においては200μmにラッピングしたシリコン基板100を使用する。そして、シリコン基板100の全面に、熱酸化法により0.1~10μm程度、例えば1.0μmの膜厚の酸化膜101を形成する。

【0057】次いで、図6(b)に図示するように、さらにシリコン基板100の全面においてこの酸化膜の上部に、さらにP-CVD法により、0.05~5μm程度、例えば0.17μmの膜厚の窒化膜102を形成する。

【0058】次に、図6(c)に図示するように、シリコン基板100両面に、スピンドルコーティングを用いてレジスト103を塗布する。そして、まず図示下側面において、このレジストを所定パターンに露光・現像し、これをマスクとして図6(d)に示すようにRIEによりまず窒化膜102をエッティングし、さらにフッ酸を用いて図6(e)に示すように、酸化膜101をエッティングし、シリコン基板100の図示下面側において、前記窒化膜および酸化膜に、加压室51、共通インク室52の形状を規定するための開口を設け、エッティングマスクとする。レジストを剥離した後、パターニングされた酸化膜101により形成されたエッティングマスクを有するシリコン基板100を、例えば、KOH水溶液-イソプロピルアルコール系、エチレンジアミン-ビロカテコール系、硝酸銅-酢酸系などのエッティング液を用いて、異方性エッティングし、図6(f)に示すような所望の流路形状(加压室、共通インク室部位)をシリコン基板100に形成する。ここで使用したシリコン基板100は、基板表面が(110)面または(100)面を有するものである。例えばKOH水溶液による異方性エッティングは、シリコン基板の(111)面が露出することにより自動的にエッティングが停止するため、前記エッティングマスクの形成時において、加压室51、共通インク供給室52となる部分の開口の大きさを調整することにより、これらの部分におけるエッティング深さを所望の深さとすることができる。なお、この実施形態においては、45重量%KOH水溶液をエッティング剤として用い、175μmの深さでエッティングした。また、この異方性エッティングによって、加压室51、インク供給室52の側壁部分は(111)面が露出することにより、適度なテーパが形成される。

【0059】次いで、シリコン基板100の図示上面側

11

にレジストを塗布した後、このレジストを所定パターンに露光・現像し、これをマスクとしてR I Eによりまず窒化膜102をエッティングし、さらにフッ酸を用いて、酸化膜101をエッティングし、図6 (g) に示すようにシリコン基板100の図示上面側において、前記窒化膜および酸化膜に、インレット53、およびノズル54の形状を規定するための開口を設け、エッティングマスクとする。レジストを剥離した後、バーニングされた酸化膜により形成されたエッティングマスクを有するシリコン膜により形成されたエッティングマスクを有するシリコン基板100を、前記と同様に異方性エッティングし、図6 (h) に示すような所望の流路形状をシリコン基板100に形成する。なお、この実施形態においては、17重量%KOH水溶液をエッティング剤として用い、 $25\mu\text{m}$ の深さでエッティングした。

【0060】その後、エッティングマスクとして使用した窒化膜を熱リシン酸処理にて、また酸化膜をフッ酸（この実施形態においては25重量%濃度を使用）して、それそれ剥離除去し、最後に熱酸化炉においてシリコン基板表面全面に酸化膜を成膜し、流路内親水化を行い、図6 (i) に示すように、加圧室51、共通インク供給室52、インレット53およびノズル54となる孔路がシリコン基板に形成されたチャネルプレート50が得られる。

【0061】なお、上述においてはシリコン基板100の化学エッティングにおける面方位依存性を利用して、所望形状に加工したが、その加工方法としてはこのような方法に限定されるものではない。例えば、より制御性の良好なドライエッティングプロセスを利用して、同様の構造を作製することも可能である。

【0062】天板60は、ガラス基板（ホウケイ酸ガラス）を使用して、共通インク室52上部にインクカセットからのインクを導入させるためのインク供給口61を形成したものである。

【0063】最後に、上記のごとく、それぞれ形成したチャネルプレート50、ガラス基板70および天板60を図2に示したようなサンドイッチ構造となるように陽極接合し、振動板85に形成したコンタクトラインと、ガラス基板70に形成したコンタクトラインとにそれぞれ配線を接続して、インクジェットヘッドが完成する。

【0064】なお、本実施形態においては、下部基板70およびチャネルプレート50としてシリコン基板が、また天板60の材料として、ガラス基板を用いたが、本発明においては、これらの各基板の材質としては、例示した実施形態に何ら限定されるものではなく、下部基板70としてシリコン基板に代えて、ガラス基板、あるいは各種セラミックス、各種金属、各種樹脂組成物などを用いることが、また、チャンネルプレート50としても加圧室51等の基本的な形状を形成することができる限り、シリコン基板に代えて、ガラス、セラミックス、金属、樹脂組成物などを、さらに天板60としても、ガラ

50

50 とかから構成される。

12

ス基板に代えて、シリコン基板、セラミックス、金属、樹脂組成物などを、それぞれ用いることができる。さらに、各電極を構成する材質および各基板相互の接続方法としても上記に例示した実施形態におけるものに限定されるものではない。

【0065】また、本発明に係るインクジェット記録装置は、振動板部とこれに対向する壁面との間に設けられた離間空間が、インク流路と連通され、対向電極間のギャップの少なくとも一部にインクが侵入可能とされれば、その構造上においても例示した実施形態ものに何ら限定されるものではない。例えば、先にも説明したようにインク流路と電極間ギャップとの連通は、種々の部位に形成された種々の形状の孔部、スリット等を介して行うことができ、また振動板は、図2ないし3に実施形態においては、下部基板側に犠牲層を介して成膜した構造体膜によって形成したが、図1に示す従来例における構造のごとくチャネルプレートの一部に形成することも可能であり、さらに電極間ギャップとなる空間についても、上記実施縦体においては犠牲層エッティングによっても形成しているが、下部基板の上面部ないしはチャネルプレートの下面部をエッティング等によって掘り下げることで、あるいは下部基板とチャネルプレートとの間にギャップ形成のための適当な棒状のスペーサーを配することなどによって形成可能である。

【0066】さらに、図2ないし3に示す実施形態においては、加圧室51に連通するノズル54の軸線が、振動板85の膜厚方向と略垂直方向に位置する構成とされているが、図4に示す別の実施形態におけるように、振動板85の膜厚方向と略並行方向に軸線を有するノズルを設けてなる（ノズルが天板60に開口される。）ような構成を採択することが可能であり、また、例えば、1つの加圧室に対して複数の振動板が存在する構成等、各種の変更が可能である。

【0067】図7は、本発明のインクジェット記録装置を搭載するインクジェットプリンタの一例に関する概略構成を説明するための斜視図である。

【0068】インクジェットプリンタ1は、用紙やOHPシートなどの記録媒体である記録シート2に印字するものであって、インクジェットヘッド走査系と記録シート送り系とから構成される。

【0069】インクジェットヘッド走査系は、本発明に係る静電型インクジェットヘッドを1色分ないしは複数色（例えば、4色、7色等）分含むヘッドユニット3と、ヘッドユニット3を保持するキャリッジ4と、キャリッジ4を記録シート2の記録面に平行に往復移動させるためのスキャンシャフト5及びガイド軸6と、キャリッジ4をガイド軸6に沿って往復駆動するパルスマータ7と、パルスマータ7の回転をキャリッジ4の往復運動に変えるためのアイドルブーリ8、タイミングベルト9とかから構成される。

13

【0070】また、記録シート送り系は、記録シート2を搬送経路に沿って案内するガイド板を兼ねるプラテン10と、プラテン10との間の記録シート2を押さえて浮きを防止する紙押さえ板11と、記録シート2を排出するための排出ローラ12、排紙押さえローラ13と、ヘッドユニット3のインクを吐出するノズル面を洗浄しインク吐出不良を良好な状態に回復させるメンテナンス装置14と、記録シート2を手動で搬送するための紙送りノブ15とから構成される。

【0071】記録シート2は、図示しない手差しあるいはカットシートフィーダ等の給紙装置によって、ヘッドユニット3とプラテン10とが対向する記録部へ送り込まれる。この際、図示しない紙送りローラの回転量が制御され、記録部への搬送が制御される。

【0072】ヘッドユニット3のインクジェットヘッドは、前記したような作動原理によって、ノズルからインクを吐出させ、記録シート2への記録が行なわれる。

【0073】キャリッジ4は、パルスマータ7、アイドルブーリ8、タイミングベルト9により、記録シート2を横方向に走査（主走査）し、キャリッジ4に取り付けられたヘッドユニット3は1ライン分の画像を記録する。1ライン分の記録が終わるごとに、記録シート2は縦方向に送られ（副走査）、次のラインへの記録がされる。

【0074】このようにして記録シート2に画像が記録され、記録部を通過した記録シート2は、その搬送方向下流側に配置された排出ローラ12とこれに一定の圧力で接する排紙押さえローラ13とによって排出される。

【0075】図8は、図7に示したヘッドユニット3の1色分のプリントヘッド31を含むキャリッジ4周辺の構成を説明するための斜視図である。

【0076】キャリッジ4周辺には、インクを収容し通気口404を有するインクカートリッジ403と、インクカートリッジ403を収納するケーシング401、ケーシング蓋405と、インクカートリッジ403を着脱可能にしつつインクをプリントヘッド31に供給するインク供給管402と、ケーシング蓋405を閉じた際ケーシング401にケーシング蓋405を固定するためのフック406、蓋止め407と、インクカートリッジ403を収納する向き（矢印D3の向き）とは反対の向きにインクカートリッジ403を付勢しつつインクカートリッジ403をケーシング蓋405との間でケーシング401内に保持する押さえバネ408とが設けられる。

【0077】このような構成のキャリッジ4がスキャン方向（矢印D1の向き）に移動することによって記録シート2は主走査されることになる。また、記録シート2が送られることによって副走査方向（矢印D2の向き）に印字されることになる。

【0078】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、上記

50

14

したように電極間のギャップに、インク流路よりインクが侵入できるような構造とされており、インク充填により、電極間のギャップに何も充填しない場合（空気充填）と比べて、同じ電極間ギャップであっても電界強度を大幅に向上でき、極めて低い駆動電圧にて作動させることができる。逆に電極間ギャップをある程度大きくしても十分に低い駆動電圧にて作動させることができる。また本発明においては、電極間ギャップはインク流路に連通している構造とされ、振動板が変形しやすいようされているため、ギャップ間隔が広がっても振動板の変位量、変形後の弾性力の低下の虞れがない。

【0079】さらに本発明において振動板が片もち梁または両もち梁構造とされていると、振動板の変位が良好となり、またインクの流通も良好なものとなる。

【0080】また、本発明において電極間ギャップを犠牲層をエッチング除去することで形成すれば、間隔が非常に狭くとも、高精度にバラツキなくギャップを形成でき、振動板の変位量に関する個々のヘッド内、および複数のヘッド間におけるバラツキがなくなり、信頼性が向上する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 インクジェットヘッドの従来例の構造を示す断面図である。

【図2】 本発明の一実施形態におけるインクジェットヘッドの構造を示す垂直断面図である。

【図3】 同実施形態におけるインクジェットヘッドの構造を示す水平断面図である。

【図4】 本発明の別の実施形態におけるインクジェットヘッドの構造を示す断面図である。

【図5】 (a)～(h)は図3に示す実施形態におけるインクジェットヘッドの基板の作製工程を示す図である。

【図6】 (a)～(i)は同実施形態におけるインクジェットヘッドの別の基板の作製工程を示す図である。

【図7】 インクジェットプリンタの概略構成を説明するための斜視図である。

【図8】 図1に示したヘッドユニットの1色分のプリントヘッドを含むキャリッジ周辺の構成を説明するための斜視図である。

#### 【符号の説明】

3 1…インクジェットヘッド、

5 1…加圧室、

5 2…インク供給室、

5 4…ノズル、

7 1…空間（電極間ギャップ）、

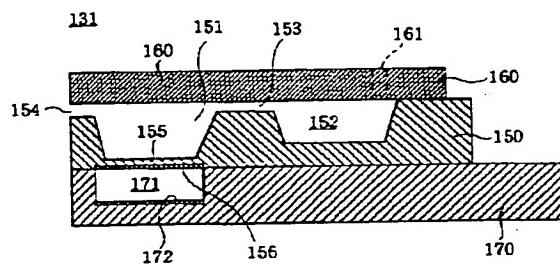
7 2…駆動電極、

8 5…振動板、

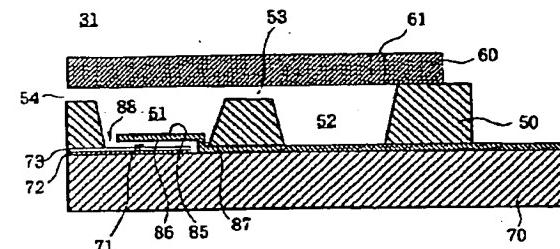
8 6…共通電極、

8 8…間隙（連通部）。

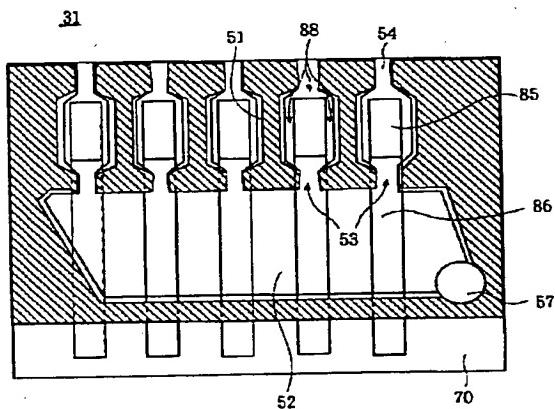
【図1】



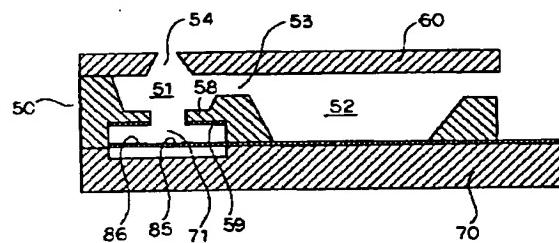
【図2】



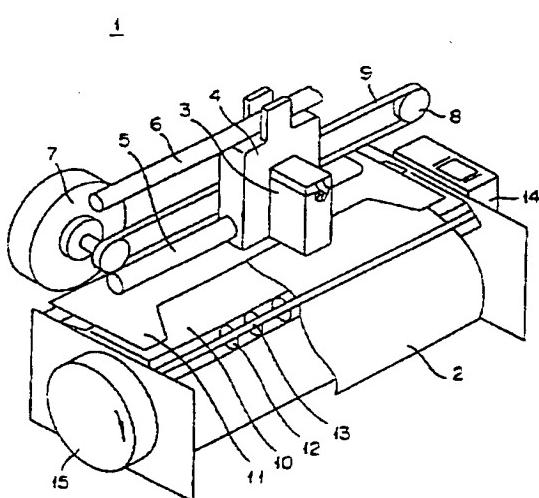
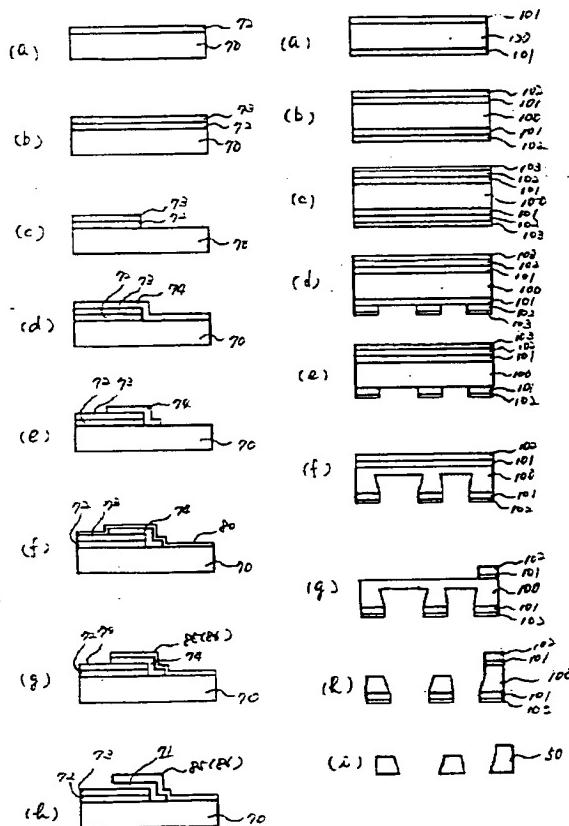
【図3】



【図4】

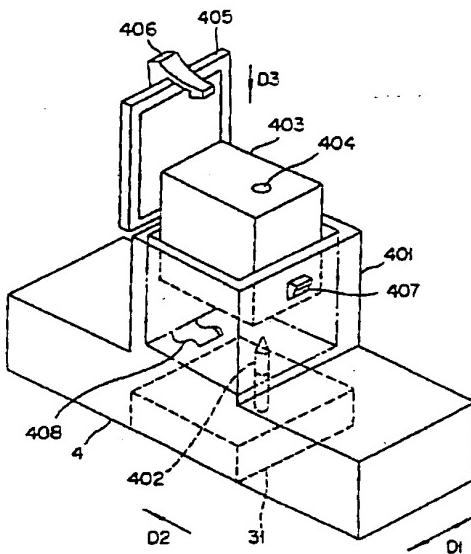


【図5】



BEST AVAILABLE COPY

【図8】



## 【手続補正書】

【提出日】平成10年5月8日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

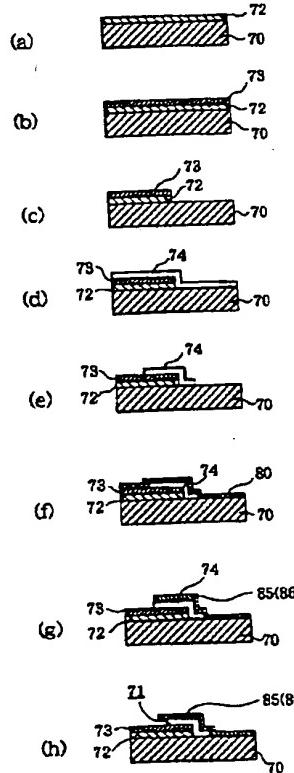
【補正対象項目名】図5

【補正方法】変更

【補正内容】

【図5】

30



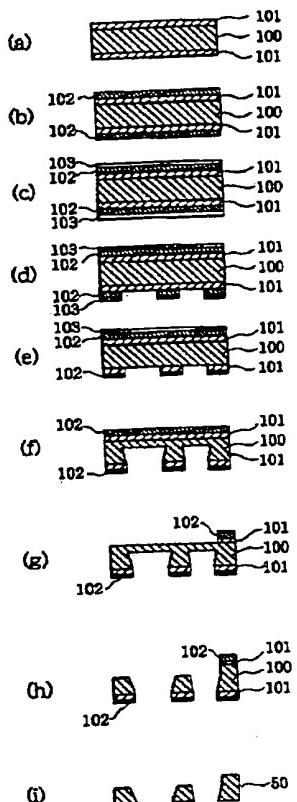
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図6

【補正方法】変更

【補正内容】

【図6】



BEST AVAILABLE COPY